

Laboratóriumi vizsgálati módszer a talajok levegő- és vízgazdálkodási adottságainak meghatározására

SZELÉNYI FERENC

Mezőgazdasági Akadémia Talajtan-Kémia tanszék, Debrecen

Az öntözéses gazdálkodással kapcsolatban szerzett sok éves gyakorlati tapasztalatok és kísérleti vizsgálati eredmények alapján 1951-ben az Agrokémiai Intézet pallagi vitaértekezletén és Budapesten, a Hidrológiai Társaságban a »Talajok levegő és vízgazdálkodásának elméleti és gyakorlati vonatkozásai« címmel tartott előadásomban, 1952-ben a Tudományos Akadémia nagygyűlésén K r e y - b i g L a j o s »A talajok hő és vízgazdálkodásának újabb, a gyakorlat részére fontos tudományos eredményei« című előadásával kapcsolatos hozzászólásomban (8) rámutattam azokra a hiányosságokra, valamint téves elvekre és módszerekre, amelyek alapján a talajok vízgazdálkodását vizsgáljuk és vonunk le következtetéseket a víz, növény- és talajéletteni hatására vonatkozóan.

A Földművelésügyi Minisztérium által 1948-ban kiadott javaslatomban öntözésügyünk helyzetének, feladatainak és távlati lehetőségeinek elemzése során több ízben rámutattam arra, hogy az öntözéses termelés, a vízgazdálkodási gyakorlat egyik legfontosabb problémája: »a túlóntözés veszélye« (12). A kedvezőtlen rögszerkezetű, rögstabilitás nélküli, összeiszapolásra hajlamos, erősen víztartó, rossz vízvezetőképességű, ú. n. nehezen öntözhető talajokon, — amelyeket rizstalajoknak is szoktak nevezni, (mészszegény, kötött, öntés és réti talajokon, valamint szikeseken) — sok víz, szakszerűtlen öntözés, — eltekintve víztűrő növényektől, mint pl. a rizstől — nemcsak a növények fejlődését, hanem azoknak életbenmaradását is veszélyeztetik.

A túlóntözés veszélye különösen a Tiszántúl súlyos problémája. Az országnak ez a része a legszárazabb, az aszálykárok leküzdése szempontjából az öntözésnek itt van a legnagyobb jelentősége. A talajviszonyok szempontjából azonban a terület jelentős részén olyan kedvezőtlenek a levegő és vízgazdálkodási adottságok, hogy a rizstől eltekintve, addig, míg megfelelő talajjavító vetésforgórendszerekkel (gyepes vetésforgókkal) nem sikerül a talajok igen kedvezőtlen vízvezető képességét megjavítanunk, fennforog a túlóntözés veszélye, ami ellen gyakorlatilag csak óvatos öntözéssel — többszöri kis vízmennyiséggel való permetezéssel szakszerű barázdás, vagy sávós borító öntözéssel — tudunk védekezni. Tiszántúl jelentős részének kedvezőtlen talajviszonyaira vezethető vissza az a tény, hogy sok helyütt a rizsen kívül más egyebet nemigen öntöznek.

Túl sok csapadék, árvizek, belvizek, s végül a helytelen öntözés következtében előálló vízkárok, a víz lassú szivárgására, a hézagos üregeket kitöltő pangó vízre, végsőfokon a talajban előálló levegőhiányra vezethetők vissza. Mivel a talajoknak akár súly, akár térfogat %-ában kifejezett víztartalma, akár pedig az ú. n. »vízkapacitás értékek« alapján nem következtethetünk arra, hogy a víz hatására a szilárd vázrészek közötti hézagos üregekben milyen levegő-víz arány alakul ki, a pórustérfogat hány %-a telitődik vízzel, illetve levegővel, tértünk át 1941-ben a volt sarkadi Talajtani és Öntözésügyi Kísérleti Állomáson az 1941-es árvíz-

károkkal kapcsolatos vizsgálataink alapján a talajok »relatív levegőtartalmának« (RL %) és a »relatív víztartalmának« (RV %) meghatározására. Ezek az értékek számszerűleg fejezik ki a talajban uralkodó életfeltételeket, illetve körülményeket, és mutatják ki, hogy a vizsgálat idején a hézagterfogat hány %-a van levegővel, illetve vízzel telítve.

A talajok RV, illetve RL %-a a következőképpen számítható ki:

$$RV\% = \frac{100 VK\%}{P\%}$$

$$RL\% = 100 - RV\%$$

RV% = a talajok relatív víztartalma; VK% = a talajok víztartalma térfogat %-ban; P% = a talajok hézagterfogata; RL% = a talajok relatív levegőtartalma.

Minekután az RV% kiszámítására megadott képletben szereplő pórus-térfogatot, P%-ot a következőképpen számíthatjuk ki:

$$P\% = \frac{Fs - Ts}{Fs} \cdot 100$$

Ts = a talajok térfogatsúlya; Fs = a talajok fajsúlya,

a P%-nak az első képletbe való helyettesítése után, valamint annak figyelembevételével, hogy

$$VK\% = Vt\% \cdot Ts$$

az RV % az alábbiak szerint is kiszámítható:

$$RV\% = \frac{Vt\% \cdot Ts \cdot Fs}{Fs - Ts}$$

ahol Vt% = a talajok víztartalma szárazanyag súly %-ban.

Annak igazolására, hogy a talajoknak akár szárazanyag súly %-ában, akár pedig térfogat %-ában kifejezett víztartalma alapján nem vonhatók le következtetések a vízkárok okozati tényezőire vonatkozóan és nem állapítható meg, hogy a talajokban akár a növény, akár a talajélet számára ténylegesen milyenek az életfeltételek, az 1. táblázatban ismertetem azokat a vizsgálati eredményeket, amelyeket 1941-ben kaptunk a méhkeréki kísérleti telepen. Ha a táblázat szerint pl. a 3 és 6 sorszámú megfigyelési adatokat hasonlítjuk össze, úgy azt látjuk, hogy ott, ahol a takarmányrépa jól fejlődött 49,7 %, ahol a répa kipusztult 40,8 % volt a talajok víztartalma, a szárazanyag súly %-ában kifejezve.

Térfogat %-ra átszámítva a jól fejlődő répa mellett 49,2 %, a kipusztult répa helyén 49,8 % volt a talaj nedvességtartalma. Ezen adatok szerint ott ahol a répa jól fejlődött a szárazanyag súly %-ában több, térfogat %-ban közel ugyanannyi volt a talaj víztartalma, mint ott, ahol a répa kipusztult. Ha a talaj térfogatszámviszonyainak a figyelembevételével számítjuk ki a talaj RL % és RV %-át, tehát azt vizsgáljuk, hogy az adott pórustérfogat hány %-a van levegővel, illetve vízzel telítve, úgy ezek az adatok világosan mutatnak rá arra, hogy az egyik helyen miért fejlődött, a másik helyen pedig miért pusztult ki a répa. A jól fejlődő répa mellett ugyanis 20,5 %, ahol a répa kipusztult mindössze 6,0 % levegő állt a növény, illetve a gyökérzet rendelkezésére.

1. táblázat

1941. évben végzett szabadföldi vizsgálatok eredményei

(1)	(2) Mintavétel helye	(3) Dátum	(4) Növényzet	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11) Növényzet fejlődése Talaj állpota
				Vt	Ts	Vk	P	R V	RL	
				%						
1	Méhkerék Kísérleti telep	1941. V. 2.	Szántatlan rizstarló (12)	41,7	1,20	50,0	53,9	92,8	7,2	A talaj vízállás miatt összeiszapolódott (17)
2	Méhkerék Kísérleti telep	V. 2.	Legelő (13)	43,1	1,18	50,8	54,6	93,0	7,0	»
3	Méhkerék Ö. H. telep	VI. 15.	Takarmány- répa (14)	49,7	0,99	49,2	61,9	79,5	20,5	Répa igen jól fejlődik Talaj morzsalékos (18)
4	Méhkerék Ö. H. telep	VI. 15.	«	44,1	1,10	48,5	57,7	84,1	15,9	Répa közepesen fejlődik Talaj tömött (19)
5	Méhkerék Ö. H. telep	VI. 15.	«	43,9	1,15	50,5	55,8	90,5	9,5	Répa gyengén fejlődik Talaj összeiszapolott (20)
6	Méhkerék Ö. H. telep	VI. 15.	«	40,8	1,27	49,8	53,0	94,0	6,0	Répa kipusztult Talaj összeiszapolott (21)
7	Méhkerék Ö. H. telep	VI. 15.	«	42,4	1,18	50,0	54,6	91,6	8,4	Répa kipusztult Talaj összeiszapolott (21)
8	Méhkerék Ö. H. telep	VI. 15.	Kukorica (15)	50,0	0,90	45,0	65,4	69,0	31,0	Kukorica jól fejlődik Talaj morzsalékos (22)
9	Méhkerék Ö. H. telep	VI. 15.	«	48,3	1,00	48,3	61,5	78,5	21,5	Kukorica gyengén fejlődik Talaj morzsalékos (23)
10	Méhkerék Ö. H. telep	VI. 15.	«	41,5	1,19	49,4	54,2	91,2	8,8	Kukorica kipusztult Talaj összeiszapolott (21)
11	Méhkerék Kísérleti telep	VI. 16.	«	49,9	0,93	46,4	64,2	72,3	27,7	Kukorica jól fejlődik Talaj morzsalékos (22)
12	Méhkerék Kísérleti telep	VI. 16.	«	41,2	1,12	46,1	56,9	81,0	19,0	Kukorica közepesen fej- lődik Talaj morzsalékos (24)
13	Méhkerék Kísérleti telep	VI. 16.	«	41,6	1,18	49,1	54,6	90,0	10,0	Kukorica kipusztult Talaj összeiszapolott (21)
14	Méhkerék Kísérleti telep	VI. 16.	Napraforgó (16)	46,6	1,04	48,5	60,0	80,9	19,1	Napraforgó jól fejlődik Talaj morzsalékos (22)
15	Méhkerék Kísérleti telep	VI. 16.	«	46,4	1,07	49,7	59,0	84,3	15,7	Napraforgó közepesen fej- lődik Talaj részben össze- iszapolott (25)
16	Méhkerék Kísérleti telep	VI. 16.	«	39,4	1,24	48,9	52,3	93,5	6,5	Napraforgó kipusztult Talaj összeiszapolott (21)

Mivel a RL % és RV % kiszámításához ismernünk kell a talajoknak térfogatsúlyát és az öntözési kísérleteinkkel kapcsolatban meghatározott »laboratóriumi vízkapacitás« értékek lényegesen eltértek a szabadföldön mért értékektől, rendszeresítettük 1941-ben Sarkadon az ú. m. »keretbeázási vizsgálatokat«, amelyek lehetővé teszik, hogy a talajok vízgazdálkodási adottságait természetes körülmények között a talajok tényleges ülepedési és rétegződési viszonyainak megfelelően vizsgáljuk. A talajok vízvezető és víztartókéességének szabadföldi vizsgálatára rendszeresített eljárásnál egy 50×50 cm alapterületű és 30 cm magas, élezett szélű, vaskeretet használunk, melyet óvatosan 5—10 cm mélyen sülyesz-tünk a talajba, majd a talaj víztartalmától és kötöttségétől függően 50—200 mm csapadéknak megfelelő vízmennyiséggel öntözzük meg permetszerűen a kereten belül a talajt. A beázás előtt a keret körül 4 helyen 10 cm-enként 50 cm mélységig vett mintákon határozzuk meg a talaj száraztérfogatsúlyát, víztartalmát, s ezek alapján számítjuk ki az egyes rétegek RL és RV tartalmát (lásd 1—2 ábra). A beázás után 24, 48, majd 72 óra elteltével 4—4 helyen határozzuk meg 10 cm-enként fél méter mélységig a beázott talaj térfogatsúlyát, víztartalmát, s számítjuk ki az RL és RV értékeket. Minden egyes vizsgálatnál a 4—4 helyen mért értékeket átlagoljuk. (A keretet gyakorlatilag csak addig tartjuk a talajon, míg a víz a talajba beszivárog, ezután a keretet óvatosan kiemeljük és a párolgás elhárítása céljából a beázott talajt nedves anyaggal borítjuk.) A keretbeázási vizsgálati eredmények nemcsak a talajoknak a víztartó és vezetőképességét mutatják ki hanem azt is, hogy a víz hatására az idő függvé-



1. ábra

Előkészület a szabadföldi keret-beázási vizsgálatokra.



2. ábra

Talajmintavétel a Szelényi-féle szétszedhető talajfúróval.

nyében az egyes szintekben milyen életkörülmények alakulnak ki, a hézagter-fogat hány %-a van vízzel, illetve levegővel telítve.

☞ Sok éves tapasztalataink szerint, az összes ismert s eddig használt laboratóriumi vizsgálati eljárás mellett, gyakorlati szempontból a talajok vízgazdálkodására és a víz hatására kialakuló életkörülményekre vonatkozóan a keretbeázási módszer bizonyult a legmegbízhatóbbnak. Ezzel lehet leginkább a tényleges szabadföldi vízgazdálkodási körülményeknek megfelelő adottságokat felmérni. Mivel azonban ennek a végrehajtása eléggé körülményes és igen sok esetben akkor kell a talajoknak vízgazdálkodási adottságait felmérnünk, a víz hatására vonatkozó véleményt nyilvánítanunk, amikor időhiány miatt helyszíni vizsgálatokat nem tudunk végezni, vált szükségessé egy olyan laboratóriumi vizsgálati módszer kidolgozása, amely alapján következtetések vonhatók le a víz élettani hatására, a túlóntözés veszélyére vonatkozóan. Öntözőtelepek létesítése, különböző öntözési módszerek sikeres gyakorlati alkalmazása szempontjából, tartottuk szükségesnek, egy olyan egyszerű vizsgálati módszer kidolgozását, amely hely-

színi vizsgálatoktól függetlenül is kielégítő tájékoztatást nyújt arra vonatkozóan, hogy a víz, tehát az öntözés hatására, milyen életfeltételek kialakulására számíthatunk.

A vizsgálati módszer kidolgozása érdekében végzett vizsgálatok ismertetése

A szakirodalomban a talajok víztartókéességén, másnéven vízkapacitásán azt a vízmennyiséget értik, amit a talaj hézagos üregeiben a nehézségi erő ellenében vissza tud tartani. A vízkapacitást ezek szerint statikus, állandó jellegű, a talajadottságokra jellemző tulajdonságnak tekintik. Minekután a talajok agyagtartalma, víztartó- és vezetőképessége között bizonyos korreláció mutatható ki, és az agyagtartalom a talajok higroszkóposságát befolyásolja, tértek át egyes kutatók, mint pl. Mados (9), Kreybig (4, 5, 6, 7, 8), Kégl (3) arra, hogy a talajok anyagi tulajdonságaitól függő víztartókéességet, melyet Vageler (15) minimális vízkapacitásnak nevez, számítás útján állapítsák meg a „*hy*” érték alapján.

Vizsgálataink szerint azt, amit a szakirodalomban a talajok víz- és levegőkapacitásnak neveznek, nem a talajokra jellemző — statikus tehát állandó jellegű — érték, hanem változó, dinamikus tulajdonsága talajainknak. A talajok szilárd vázrészei között elhelyezkedő hézagos üregekben a nehézségi erő ellenére visszatartott vízmennyiség — a mindenkor vízkészlet — függ a talajok szöveti és szerkezeti tulajdonságaitól — tehát a talajok textúrájától és struktúrájától — függ továbbá a szilárd vázrészeknek a térbeli elrendeződésétől — tehát a talajok térfogatsúlyától és hézagterfogatótól —, függ továbbá s ez a leglényegesebb tényezők egyike, az időtől, és amint ezt a legutóbbi vizsgálati adatok kimutatták, a talajba juttatott víz mennyiségétől is. Ezen tényezők együttes hatása vezérli a víz mozgását, illetve szivárgását és szabja meg azt, hogy pl. légszáraz talajból kiindulva adott mm csapadéknak megfelelő vízmennyiség az idő függvényében milyen mélyen áztatja át a talajt, illetve mily mértékben telíti vízzel a hézagos üregeket.

Bár a szakirodalomban utalást találunk arra, hogy a talajok változó morzsaléksága, hézagterfogata befolyásolja a talajokban a nehézségi erő ellenében visszatartott vízmennyiséget, ezt ennek ellenére a talajokra jellemző statikus tulajdonságnak tekintik s »vízkapacitásnak« nevezik (10, 11). Mivel a »vízkapacitás« elnevezés egy kifejezetten statikus, tehát a talajokra jellemző, állandó jellegű tulajdonságra enged következtetni, vezettem be a »fajlagos vízkapacitás« fogalmát (13). Fajlagos vízkapacitásnak neveztem a talajok térfogat %-ában kifejezve (VK %) azt a víztartalmat, illetve nedvességet, ami légszáraz talaj 1—0,5 mm Ø szitafrakcióján mutatható ki, 25 mm csapadéknak megfelelő vízmennyiséggel való átnedvesítés után 48 óra leteltével. Véleményem szerint a fajlagos vízkapacitás jelzésének ilyen értelemben való használata kifejezésre juttatja azt, hogy mi ezzel egy dinamikus folyamatnak, jól definiált vizsgálati körülmények függvényében mutatkozó értékeit jelöljük. A fajlagos vízkapacitás így a talajoknak az adott vizsgálati körülményeknek megfelelő pillanatnyi vízkészletét fejezi ki.

Eredetileg az ú. n. »fajlagos vízkapacitás«-t a következőképpen határoztuk meg: 2 cm átmérőjű, 20 cm hosszú, mm és ml beosztású üvegcsövekben, amelyek alul átfúrt dugóval és szűrőlappal vannak ellátva, ismert mennyiségű és víztartalmú, légszáraz talajt helyeztünk el, 1—0,5 mm-es szitafrakciónak megfelelően. Ezután a csöveket óvatosan, ütemesen addig ütögettük gumidugóhoz, míg a talaj térfogata

nem változott többé. Ismerve a talaj súlyát, a légszáraz talaj nedvességét, annak térfogatát, a talajok száraztérfogatsúlyát (TS) és annak hézagtérfogatát (P %) az alábbi képletek szerint számítjuk ki:

$$s = \frac{100 \cdot S_1}{100 + Vt \%}$$

$$Ts = \frac{s}{V}$$

$$P\% = \frac{Fs - Ts}{Fs} \cdot 100$$

ahol s = a talaj szárazsúlya; S_1 = a bemért légszáraz talaj súlya; $Vt\%$ = a bemért talaj víztartalma a szárazanyag súly %-ban; Ts = a talaj száraztérfogatsúlya; V = a bemért talaj térfogata.

Az elkészített és szűrőlappal fedett talajra 25 mm csapadéknak megfelelő desztillált vizet adagoltunk cseppenként pipettával. Ezután a csövet vízes papírvattával lezártuk és 48 óra múlva lemértük, hogy a víz hány mm-re áztatta át a talajt az így kapott és mm-ben kifejezett beázási értékekből, B-ből, az alábbi képlettel számítjuk ki a talaj fajlagos vízkapacitását.

$$VK\% = \frac{2500 + (Vt\% \cdot B)}{B}$$

ahol B = a beázás mm-ben kifejezve.

Az így kapott értékek alapján számítjuk ki a talajok $RL\%$ és $RV\%$ -át. Ezzel a vizsgálati módszerrel fentiek szerint lehetővé vált, annak megállapítása, hogy a kísérlet, illetve vizsgálat megindításától számított 48 óra leteltével a vizsgálat pillanatában mily mélyen ázott át a talaj, mennyi volt ennek vízkészlete, valamint a pórustérfogat hány %-a volt levegővel, illetve vízzel telítve.

A kapott értékek csak a »vizsgálat időpontjára« érvényesek. Ezt hangsúlyozottan ki kell emelnem, mert ha mi különböző időben mért beázási értékek alapján számított $VK\%$ -ot grafikusán ábrázoljuk, úgy a beázási értékek az idő függvényében mind nagyobbak, a víztartalom értékek ezzel szemben mindig kisebbek lesznek. A beázási és $VK\%$ értékek grafikusán ábrázolva ellaposodó görbékben fekszenek. Ha mi azonban az idő függvényében mutatózó $VK\%$ értékeit logaritmikus léptékben ábrázoljuk, úgy egyenes vonalakat kapunk (lásd 7. ábra.). A függőleges vízmozgás, az ebből eredő mindenkori vízkészlet matematikailag a következő képlettel fejezhető ki:

$$y = \frac{m}{x^n}$$

illetve:

$$\log y = \log m - n \cdot \log x$$

Ezekben a képletekben x az időnek, y a víztartalom értékeknek, m és n pedig a talajokra jellemző két állandónak felel meg. Amíg az n érték egy-ugyanazon talajnál állandó, az m érték — amint látni fogjuk — változik a szemcsenagyság, s a talajon átszivárgó vízmennyiség függvényében.

Ezek szerint tehát a talajban a függőleges irányú vízmozgás csak végtelen hosszú idő múlva kerül nyugvópontra és ennek végsőfokon — számítás szerint —

a talajkolloidok határfelületén uralkodó elektrosztatikus erőviszonyok, illetve tényezők által megszabott higroszkóposság szab határt. (Ennek a kérdésnek tisztázása érdekében végzett kísérleteink még folyamatban vannak.)

A fajlagos vízkapacitással kapcsolatban végzett vizsgálatok mutattak rá arra, hogy a VK értékek ugyanazon a talajon számottevő mértékben változnak a vizsgálatra felhasznált légszáraz talajoknak szemcsenagysága szerint. Ennek a kérdésnek tisztázása érdekében 18 talajon vizsgáltuk a vízmozgást két szitafrakción (1—0,5 mm \varnothing -nél és 0,5 mm \varnothing -n alul). Az eddigi tapasztalatokkal egyezően a kisebb szemcseátmérőjű szitafrakciók jobban tömöríthetők, aminek következtében ezeknek nagyobb a térfogatsúlya és kisebb a pórustérfogata.

Amint a vizsgálati adatokból kitűnik a légszáraz talaj nedvessége éppen úgy mint a talajoknak „hy” értéke is nagyobb a durva szitafrakciónál, mint a finomabbnál. Ezeknek az adatoknak az ellenőrzése érdekében végzett vizsgálatok eredményei a következők:

Talaj	Szitafrakció	hy	Talaj	Szitafrakció	hy
Hortobágy	2,0—1,0	2,41	Karcag	2,0—1,0	3,60
	1,0—0,5	2,35		1,0—0,5	3,60
	>0,5	1,73		>0,5	3,45
Komádi	2,0—1,0	5,52	Hosszuhát	2,0—1,0	5,31
	1,0—0,5	5,34		1,0—0,5	5,30
	>0,5	5,26		>0,5	5,01
Barabás	2,0—1,0	3,79			
	1,0—0,5	3,31			
	>0,5	3,57			

Egy eset kivételével, ezek az adatok is ugyanazt a képet mutatják, mint az előző vizsgálatok. (Ennek a kérdésnek a tisztázása érdekében is állítottunk be kísérleteket, amelyek még folyamatban vannak.)

Az eddigi adatok alapján kétségtelenül megállapítható, hogy a talajok vízgazdálkodási adottságai szoros kapcsolatban állnak a talajok morzsalékosságával. Változó szitafrakcióknak nemcsak a hy, a beázás, hanem a kapilláris vízemelés értékei is változnak. Ezek szerint: a jövőben ezeknek az értékeknek meghatározásánál ezt a körülményt figyelembe kell vennünk. A r a n y S á n d o r már az Agrokémiai Intézet megalakulásával kapcsolatos értekezleten utalt a talajvizsgálatoknak arra a fogyatékoságára, hogy a kapilláris vízemelőképeség meghatározásánál légszáraz, 2 mm-es szitán átszitált talajból indulunk ki, tekintet nélkül arra, hogy a talajokat hogyan készítettük elő, mily mértékben apróztuk fel, daráltuk meg, porosítottuk azokat, aminek következtében az előkészítés módjától függően a 2 mm-es szitán átszítva a legkülönbözőbb szemcsenagyságú részeket vizsgáljuk. Így más értékeket kapunk ha a talajt igen erősen porosítottuk és megint más értékeket kapunk ha a talajt kevésbé apróztuk fel. Az első esetben még a legfinomabb szitán is átszítálható porfrakció, a másik esetben a durvább szemcseátmérőjű frakciók lesznek túlsúlyban. Tekintettel arra, hogy ugyanazt az anyagot az előkészítés módjától függően hol kevésbé, hol erősebben aprítjuk fel, az ebből eredő hibaforrások kiküszöbölése érdekében okvetlenül szükséges, hogy talajfizikai vizsgálatainkat mindig jól definiált szitafrakción végezzük. Mivel vizsgálataink szerint ugyanazon talajnak, tehát teljesen azonos anyagi tulajdonságok

mellett, kizárólag a felaprítás mértékétől függően, a különböző szitafrakcióknál más és más h_v értékek mutathatók ki, a »vízkapacitásnak«, s egyéb tulajdonságnak mint pl. a holtvíz értéknek, az agyagtartalomnak, a h_v alapján való kiszámítását nem tartjuk célravezetőnek. A talajok vízgazdálkodási adottságainak a h_v alapján való kiszámításánál, számos olyan fontos tényezőt, mint pl. a térfogatsúly értékeket, a pórustérfogatot, az időtényezőt, s a függőleges vízmozgásnak maga a vízmennyiség által megszabott dinamikáját nem tudjuk figyelembe venni.

Vizsgálataink során 18 talajon 25 mm csapadéknak megfelelő vízmennyiséggel végeztünk háromszori ismétléssel, 2 szitafrakción (1,0—0,5, <0,5 mm) beázási vizsgálatokat. Az idő függvényében mutatózkodó beázási értékek alapján számítottuk ki a talajoknak térfogat %-ában a mindenkori vízkészletét (VK%) s a talajok térfogatsúly értéke, illetve hézagtérfogata alapján pedig a talajok mindenkori relatív levegőtartalmát (RL%).

A beázási értékek egységes értékelése szempontjából, a ténylegesen mért beázási értékeket 10 mm csapadékra számítottuk át. A 10 mm csapadékra vonatkoztatott ú. n. fajlagos beázási értékeket B-vel jelöljük. A fajlagos beázási értékek a VK% alapján a következőképpen számíthatók ki:

$$B = \frac{1}{VK\%} 1000$$

A vizsgálati eredmények értékelése, az idő függvényében kimutatható vízkészletek logaritmikus léptékben való ábrázolása, az ábrából leolvasott m és n értékeknek a számított m értékekkel való összehasonlítása, világosan igazolja, a vízmozgásnak azt a törvényszerű összefüggését, melyet a:

$$\log y = \log m - n \cdot \log x$$

egyenlet juttat kifejezésre.

Hogy ennek az egyenletnek milyen jelentősége van a talajok vízgazdálkodásánál mutatja az a tény, hogy Casagrande permeabiméterrel kapott értékeit a következő képlettel:

$$\log x^2 = \log m + \log t$$

és Jáki (2) a hajszálcsovességet a következő matematikai törvényszerűséggel fejezi ki:

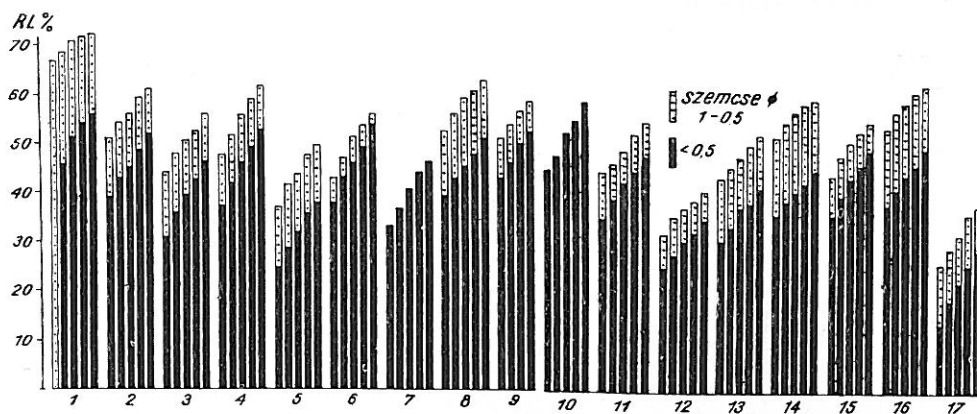
$$\log h = \log a + b \log t,$$

Cserkasov (1) pedig a talajba beszivárgott víz és a beszivárgás időtartama közötti összefüggést a következőképpen állapítja meg:

$$\log w_t = (\log t - a) \operatorname{tg} \beta$$

Ezek szerint a talajok függőleges és vízszintes vízmozgása — függőleges irányban akár fentről, akár alulról nedvesedik át a talaj — matematikai szempontból hasonló jellegű törvényszerűségekre vezethető vissza. A vízmozgás és a vízkészlet között fennálló s matematikailag értékelhető összefüggések, világos bizonyítéka annak, hogy az, amit a talajokra jellemző statikus tulajdonságnak tekintenek a talajok »vízkapacitása«, a vízszivárgás dinamikája következtében valójában nem is állapítható meg. Ezért helyesebb, ha vízkapacitás helyett a talajoknak, — pontosan definiált körülmények mellett — az idő függvényében kimutatható vízkészletéről beszélünk. Véleményem szerint ez a kifejezés, amit Cserkasov is használt, a talaj vízgazdálkodását helyesen nem állapotnak, hanem folyamatnak tünteti fel.

Amint erre már előljáróban utaltunk a gyakorlati tapasztalatok azt mutatják, hogy egyes talajokon az öntözés hatására huzamosabb ideig olyan légszegény életkörülmények állhatnak elő, amelyek a még kevésbé levegőigényes növényeket is kipusztítják. A multban szerzett tapasztalataink azt mutatják, hogy átlag 30–40% relatív levegő és 70–60% relatív nedvesség tekinthető gyakorlati szempontból annak a kedvező levegő-víz aránynak, amely mellett, mind a növényzet fejlődése, mind annak tápanyagellátása az adott egyéb élettani körülmények figyelembevételével a legkedvezőbb. Természetesen kivételt képeznek azok a víztűrő növények, mint pl. a rizs, a nád, a sás, amelyekre kifejezetten légszegény életkörülmények is kedvezők. Ha a víz hatására csökken a levegőkészlet, úgy ez



3. ábra

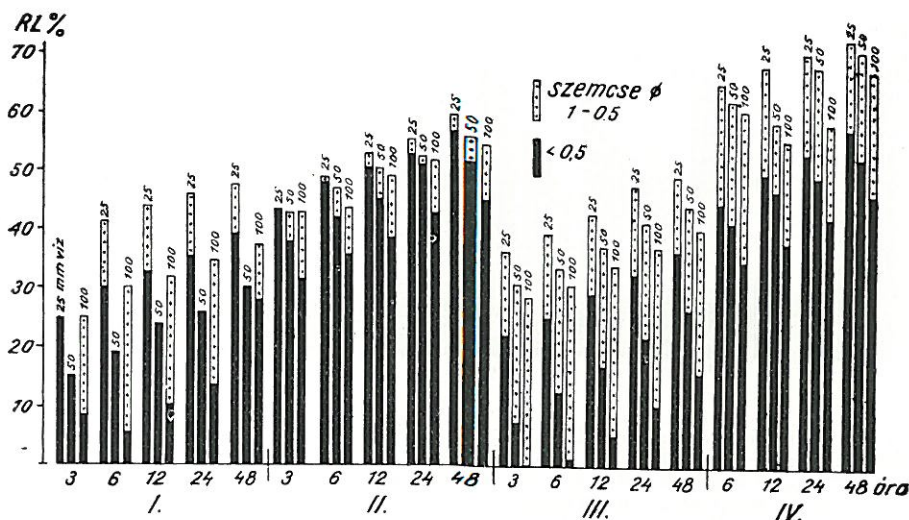
Különböző talajok két szitafrakción (1–0,5 < 0,5 mm) mért relatív levegőtartalma (RL%) 25 mm csapadéknak megfelelő vízzel történt átnedvesítés után, 3, 6, 12, 24, 48 óra leteltével.

1: Pallag. 2: Lászlómajor. 3: Barabás. 4: Nagytétény. 5: Komádi. 6: Magyaróvár. 7: Nyíregyháza. 8: Ebes. 9: Boldva. 10: Nyíregyháza. 11: Hortobágy. I. 12: Szerencs. 13: Templomzug. 14: Hortobágy II. 15: Karcag. 16: Vilmány. 17: Sarkadkeresztur.

nemcsak a növényeknek a fejlődését, hanem életbenmaradását is veszélyezteti. Eddigi tapasztalataink szerint 10%-os relatív levegőtartalmat tekinthetjük annak a veszélyességi határértéknek, amelyen alul a növényzet súlyos fulladási tünetek mellett (gyökérrothadás) elpusztul. Természetesen ez függ egyrészt az adott időjárási viszonyoktól, (hőmérséklet, párolgás) a növényzet fejlődési stádiumától, annak alkalmazkodó, illetve ellenállóképességétől, végül pedig, ami a legfontosabb, hogy a káros vízhatás mily hosszú ideig érezteti hatását. Más hatással vannak órákig tartó és más hatással egy vagy több napig tartó légszegény körülmények. Ha ezeknek a szempontoknak a figyelembevételével vizsgáljuk a kísérleti eredményeket, a 3. sz. ábra alapján, úgy látszik, hogy a vizsgált talajok között nincsen olyan, amelyen a víz hatására légszegény körülmények, kedvezőtlen életfeltételek alakulnának ki. Elvileg így minden vizsgált talajon nyugodtan öntözhetnénk, a túlóntözés veszélye nélkül. Ugyanerre az eredményre jutunk, ha Kreybig szerint a h_y alapján számítanánk ki a »vízkapacitás« értékeket, s ez alapján a talajok relatív levegő tartalmát. Hangsúlyozom, vízkapacitás értékeket, mert minden egyes talajnál két különböző h_y értékből kell kiindulnunk, s ennek következtében két különböző vízkapacitás értéket is kapunk. Mit mutat a gyakorlat? Azt, hogy a vizsgált talajok között igenis vannak olyanok, mint pl. a barabási, a templomzugi, a komádi, amelyeknél könnyen fordulnak elő vízárkok, könnyen

lépnek fel olyan légszegény életkörülmények, amelyeket a vizsgálati eredmények nem mutatnak. Így pl. Barabáson 1950 év tavaszán 51—54% relatív levegőtartalmat állapítottunk meg helyszíni vizsgálatok során szervesztrágyázási kísérleteinknél. Ugyanezen kísérleteknél a rendkívül csapadékos 1951 évi tavasz során, súlyos vízkárok léptek fel, s több mint 100 mm csapadék után 2 nappal, a feltalajokban, helyszíni vizsgálat során 10—15% levegőt találtunk a talajok hézagterefogatában. Mivel a táblázatban feltüntetett vizsgálati adatok ellentmondásban állnak gyakorlati tapasztalati tényekkel és vizsgálati eredményekkel is, teljesen új elvek szerint kellett a vízhatás kérdését vizsgálat tárgyává tennünk.

Minekután a hortobágyi öntözési kísérletek során Mátán és Borsoslaposon a keretbeázási vizsgálatok azt mutatták, hogy a függőleges vízmozgás szempont-



4. ábra

A 4 talaj relatív levegőtartalma két szemcsenagyság (1 — 0,5, < 0,5 mm), az idő (3, 6, 12, 24, 48 óra), valamint a talajra juttatott vízmennyiség függvényében. (25, 50, 100 mm víz).

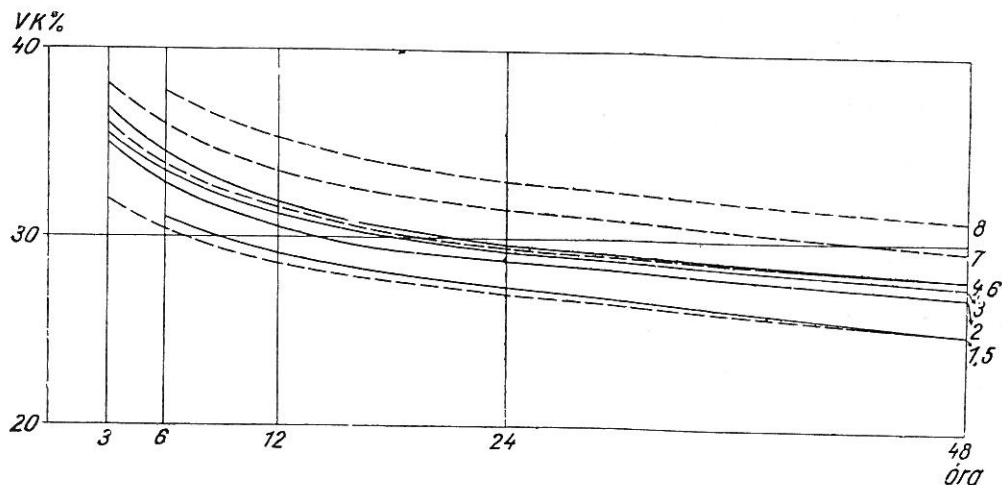
I: Templomzug. II: Lászlómajor. III: Barabás. IV: Pallagpuszta.

jából nem közömbös, hogy sok vagy kevés vízzel öntözzük-e talajainkat, új kísérleteinknél — laboratóriumi vonatkozásban — azt vizsgáltuk, hogy változó vízmennyiség hogyan befolyásolja a víz szivárgását, a talajok relatív levegőkészletét. Vizsgálataink arra az igen fontos törvényszerűségekre hívták fel figyelmünket, hogy a talajokban a víz mozgását, a szivárgási sebességet, a mindenkori vízkészletet, a talajok relatív levegőtartalmát, nemcsak a talajok szerkezeti adottsága, hanem a talajra juttatott víz mennyisége is befolyásolja.

Kísérleteink során kapott vizsgálati eredmények tették szükségessé eredeti vizsgálati módszerünk módosítását. Vizsgálatainkat a továbbiakban 50 és 100 cm magas, 2 cm átmérőjű üvegsövegekben végeztük, háromszori ismétléssel, 1—0,5 és 0,5 mm-en aluli két szitafrakción, amelyeket 25, 50, 75 és 100 mm csapadéknak megfelelő vízmennyiséggel öntöttük meg. A vizsgálat beállításakor ügyeltünk arra, hogy a talajok térfogatsúlya az egyes szitafrakcióknál a párhuzamos vizsgálatoknál azonosak legyenek. A beáztatás után 3, 6, 12, 24 és 48 óra leforgása után mértük a beázási értékeket, és az alábbi képletek alapján számítottuk ki a talajok vízkészletét (VK%) térfogat %-ban, valamint a fajlagos beázási értékeket (B).

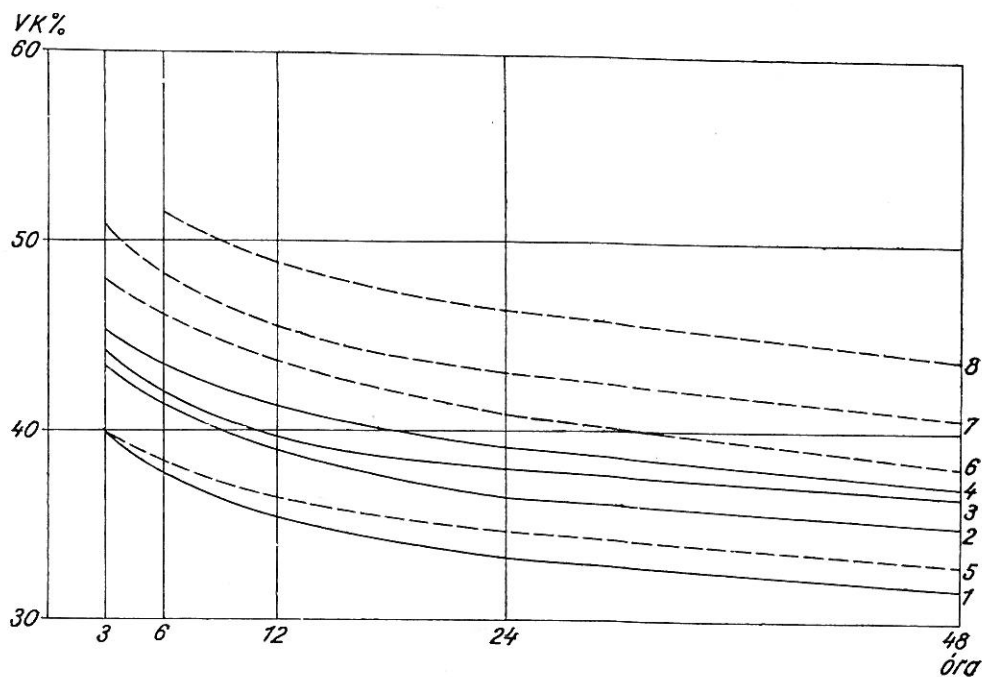
$$VK \% = \frac{100 \cdot V + (Vt\% \cdot Ts \cdot B_1)}{B_1} \quad B = \frac{1}{VK\%} 100$$

ahol V = a beázáshoz felhasznált mm csapadék, és B_1 a beázás mm értéke.



5. ábra

Az idő, a szemcseátmérő és a csapadékmennyiség függvényében mért vízkészletértékek a talajok térfogat%-ában kifejezve (VK%). Lászlómajor.

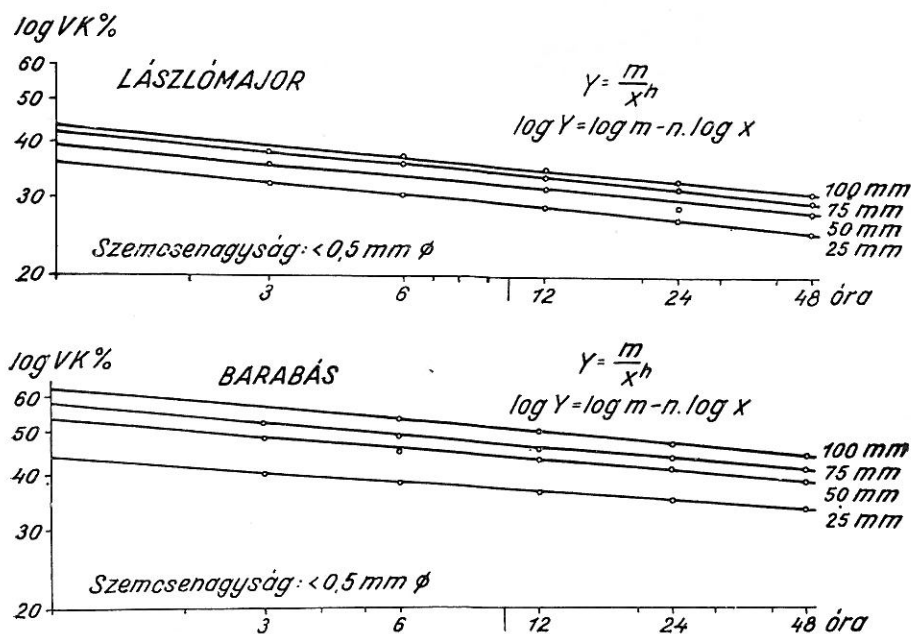


6. ábra

Az idő, a szemcseátmérő és a csapadékmennyiség függvényében mért vízkészletértékek a talajok térfogat%-ában kifejezve (VK%). Barabás.

Az 4. ábrán két jó vízgazdálkodású (Lászlómajor, Pallagpuszta) és két rossz vízgazdálkodású (Templomzug, Barabás) talajnak ismertetjük relatív levegőtartalmát: a szemcsenagyság, az öntözővíz mennyisége (25, 50, 100 mm csapadék), valamint az idő függvényében. A vizsgálati eredmények világosan mutatják, hogy a vizsgált talajok közül a víz, tehát az öntözés hatására mely talajok hajlamosak légszegény életkörülmények kialakítására.

A lászlómajori és pallagpusztai talajon tömött állapotban az alacsony szitafrakciónál még 100 mm csapadék is olyan gyorsan szivárog a talajon keresztül, hogy 6 óra leforgása után 35,9%, illetve 35,0% a pórustérfogat relatív levegőtartalma. Ezek szerint — a gyakorlati tapasztalatokkal egyezően — ezek a talajok



7. ábra

Az idő, a szemcseátmérő és a csapadékmennyiség függvényében mért vízkészletértékek a talajok térfogat%-ában kifejezve, logaritmusos léptékben ábrázolva.

még sok vizet is gyorsan vezetnek mélyebb rétegekbe és mivel az altalajban nincsen vízzáró réteg, ezeken a talajokon még sok vízzel sem — még 100 mm-es öntözés esetében sem — alakulnak ki olyan feltételek, amelyek a növényeket kipusztítanak. Ezzel szemben a templomzugi és barabási talajoknál azt láttuk, hogy tömött állapotban 100 mm csapadék hatására 12 óra leteltével oly kevés levegő van a talajban, (9,7%, illetve 5,2% RL) hogy ez komolyan veszélyezteti a növényzetet. A templomzugi talajnál 6 óra után 6,2%, a barabási talajnál pedig 0,6% volt a relatív levegőkészlet.

Barabáson 75 és 50 mm csapadék is igen légszegény életkörülményekre vezet. Templomzugnál a 75 mm csapadék káros hatása is jól kimutatható. E talajnál 50 mm-es csapadékkal kisebb vízkárok mutathatók ki, mint a barabási talajnál. A kísérletek során mért és számított m értékek világosan bizonyítják, a már fent említett vízmozgási törvényszerűség helyességét.

A függőleges vízmozgás törvényszerűségének matematikai értékelhetősége érdekében a 5. sz. ábrán a lászlómajori, a 6. ábrán a barabási talajokon, két szitafrakción, 25, 50, 75, 100 mm csapadék hatására, különböző időben mért vízkapacitás értékek vannak grafikusan ábrázolva. A 7. ábrán, az idő, a vízmennyiség, valamint a szemcsenagyság függvényében változó VK értékeket ábrázoltuk logaritmikus léptékben. Ezek az ábrák a:

$$\log y = \log m - n \cdot \log x$$

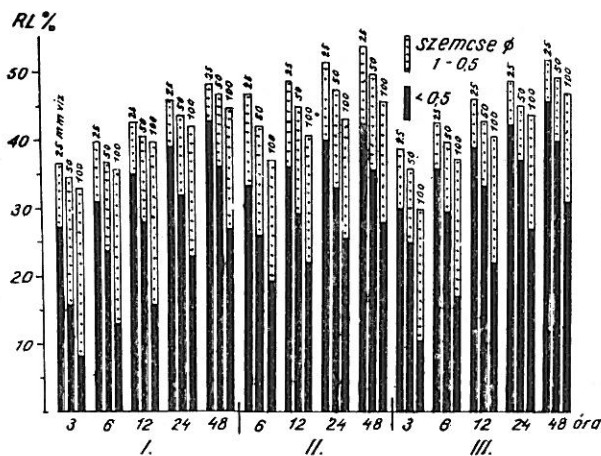
képletnek a helytállóságát bizonyítják.

Vizsgálati adataink alapján megállapítható, hogy az általunk kidolgozott laboratóriumi vizsgálati módszer alkalmas annak elbírálására, hogy milyen talajon forog fenn a túllöntözés veszélye, továbbá, hogy milyen talajokon milyen öntözéssel, milyen vízmennyiséggel kerülhetők el a vízkárok. A barabási és a templomzugi adatok világosan bizonyítják, hogy mindaddig, míg ezeken a talajokon herefüves talajjavító vetésforgórendszerekkel nem változik meg gyökeresen a rögszerkezet, s ezáltal a vízgazdálkodás, csak olyan öntözéssel érhető el eredmény, kerülhető el a víz káros hatása, mely 25 mm-nél nem sokkal nagyobb, maximum 50 mm-es öntözést tesz lehetővé (permetező öntözés, igen óvatos barázdás öntözés). Ilyen talajokon az árasztásos öntözést nem szabad alkalmazni.

További 6 talajon végzett vizsgálatok eredményei közül a 8. sz. ábrán egy meszezett barabási talajnak, továbbá egy hortobágyi és egy komádi talajnak az RL% értékeit tüntettük fel két szemcsEFRakció és az idő függvényében. Ezekből az adatokból látható, hogy a barabási meszezett, tehát javított talajon kedvezőbbek a vízgazdálkodási feltételek, mint a nem javított talajon. Ennek ellenére azonban, a javított talajon is még mindig fennáll a túllöntözés veszélye.

Ugyszintén a komádi talajnál is sok víz (100 mm) hatására anaerobiotikus körülmények állnak elő. Így ezeken a talajokon mint minden rossz vízgazdálkodású talajon többször kis vízmennyiséggel kell öntöznünk, a túllöntözés veszélyének elhárítása érdekében. A

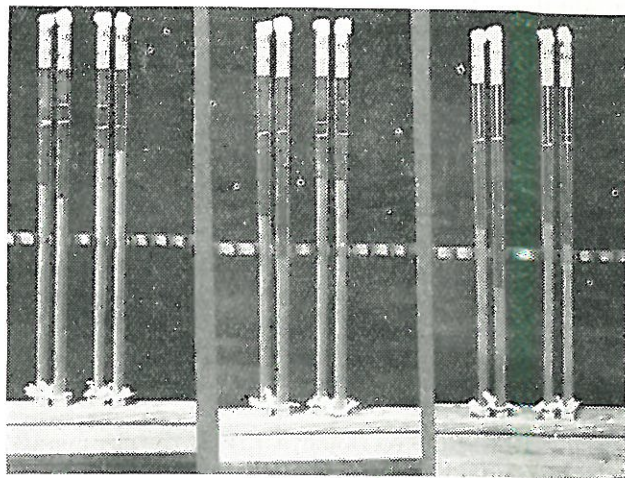
Hortobágy II. sz. talajnál a túllöntözés veszélye a vizsgálati adatok alapján nem olyan szembeötlő, amint ez ténylegesen fennáll. Ennek az a magyarázata, hogy mi a fent közölt kísérleteink során a feltalajt vizsgáltuk, s ennek viszonylagosan jó a vízvezetőképessége. Az öntözés veszélyességét ezen a talajon a mélyebb rétegekben fekvő sófelhalmozódási szint szabja meg. A gyakorlat szempontjából ezek szerint — azon esetben, ha az alsóbb szintek kötöttsége nagyobb és vízvezetőképessége kisebb a feltalajnál, s így fennforog annak a veszélye,



8. ábra

A talaj relatív levegőtartalma két szemcsenagyság (1—0,5, < 0,5 mm), az idő (3, 6, 12, 24, 48 óra), valamint a talajra juttatott vízmennyiség függvényében. (25, 50 100 mm víz).
I. Barabási II. Hortobágyi III. Komádi.

hogy a feltalajon átszivárgott vizet az alsóbb szintek pangás nélkül nem tudják mélyebb rétegekbe szállítani — a talajprofil alsóbb szintjeinek vízvezetőképességét is meg kell vizsgálnunk. A profilok jellemző rétegeinek vizsgálata alapján pontos gyakorlati következtetések vonhatók le mind az öntözés módjára, mind az öntözővíz mennyiségére vonatkozóan.



9. ábra
Laboratóriumi beázási kísérletek a: 1 óra,
b: 3 óra c: 24 óra

2 cm átmérőjű üvegcsövekben, állandó térfogatsúlymértékre hozott talajon 50 és 100 mm csapadéknak megfelelő vízmennyiséggel vizsgáljuk a beázást és 3, 6, 12, 24, 48 óra után mérjük a beázás mélységét, s ez alapján számítjuk ki a talaj RV% és RL%-át (9. ábra). A vizsgálatokat ismétléssel állítjuk be. Azon esetben, ha a talajprofil alsóbb rétegeiben tömöttebb, agyagosabb, rosszabb vízvezetőképességű, vagy vízzáró rétegek mutatkoznak, úgy ezeken is elvégezzük a fenti vizsgálatokat, annak elbírálására, hogy mélyebb szintekben milyen akadályai vannak a függőleges vízmozgásnak.

Összefoglalás

Mivel a talajoknak akár súly, akár térfogat %-ban kifejezett víztartalma alapján nem vonhatók le következtetések arra vonatkozóan, hogy a víz hatására ténylegesen milyen életkörülmények alakulnak ki, tértünk át a talajok relatív víz- és levegőtartalmának a meghatározására. Ezek az értékek számszerűleg fejezik ki, hogy a talajok hézagos üregeiben mindenkor milyen a levegő-víz arány, a pórustér hány %-a van vízzel, illetve levegővel telítve.

Kimutattuk, hogy a nehézségi erő ellenében a talajok szilárd vázrészei között visszatartott »vízkészlet« az idő függvényében változik. A talajok vízkészletét azok a tényezők határozzák meg, amelyek a talajok vízszivárgási feltételeit szabják meg. A függőleges vízmozgást, s az erre visszavezethető víz és levegőkészletet a talajok szöveti tulajdonságai (a mechanikai összetétel, a bázisabszorpció által a kolloid határfelületeken kialakított elektrosztatikus erőviszonyok) a talajok

Kimutattuk, hogy laboratóriumi vizsgálatok alapján is vonhatók le gyakorlati következtetések a vízkárokról, a víz hatására a talajokban kialakuló életkörülményekre vonatkozóan és ezek a 0,5 mm-en aluli szitafrakciónál a legszembeütőbbek, ha 50 és 100 mm csapadéknak megfelelő vízmennyiséget juttatunk a talajra. Laboratóriumi vizsgálati eljárásunkat ezek figyelembevételével módosítottuk, illetve egyszerűsítettük. Az egyszerűsített vizsgálati eljárás tömegvizsgálatokra igen alkalmas. A vizsgálatoknál légszáraz feltalajminták 0,5 mm-en aluli szitafrakciójából indulunk ki. A

szerkezeti adottsága, (morzsalékossága, térfogatsúlya, hézagterfogata,) valamint a talajba szivárgó víz mennyisége szabja meg abban az esetben, ha légszáraz talajból indulunk ki, párolgási veszteségek nélkül.

Légszáraz talajokban a függőleges vízmozgást és az idő függvényében változó vízkészletet matematikailag a következő törvényszerűség szabja meg :

$$\log y = \log m - n \cdot \log x$$

Minekután a szakirodalomban ismertetett módszerek szerint meghatározott illetve számított ú. n. »vízkapacitás« értékek csak kivételesen egyeznek a helyszíni vizsgálatok során mért értékekkel, vezettük be az ú. n. helyszíni keretbeázási vizsgálati módszert a talajok levegő és vízgazdálkodási adottságainak szabadföldi meghatározása céljából.

Sok éves tapasztalataink szerint ez a vizsgálati eljárás gyakorlati vonatkozásban igen alkalmasnak bizonyult a talajok tényleges levegő és vízgazdálkodási adottságainak, valamint a víz hatására a talajokban kialakuló életkörülmények meghatározására.

A helyszíni, szabadföldi keretbeázási vizsgálatok korlátolt végrehajtási lehetősége következtében szükségessé vált olyan laboratóriumi vizsgálati módszer kidolgozása, melynek alapján következtetések vonhatók le a víz élettani hatására a túlóntözés veszélyére vonatkozóan.

Az általunk rendszeresített laboratóriumi vizsgálatokat a következőképen végezzük : A vizsgálatoknál légszáraz feltalaj minták 0,5 mm-en aluli szitafrakciójából indulunk ki. 2 cm átmérőjű üvegsövekben, állandó térfogatsúly értékre hozott talajon, 50 és 100 mm csapadéknak megfelelő vízmennyiséggel vizsgáljuk a beázást és 3, 6, 12, 24, 48 óra után mérjük a beázás mélységét s ez alapján számítjuk ki a talaj relatív levegő és víztartalmát. A vizsgálatokat ismétléssel állítjuk be. Azon esetben ha a talajprofil alsóbb rétegeiben tömöttebb, agyagosabb, rosszabb vízvezetőképességű, vagy vízzáró rétegek mutatkoznak, úgy ezeken is elvégezzük fenti vizsgálatokat, annak elhárítására, hogy mélyebb szintekben milyen akadályai vannak a függőleges vízmozgásnak.

Az eddigi tapasztalataink szerint az általunk kidolgozott laboratóriumi vizsgálati módszer igen komoly segítséget nyújt az öntözéses termelés gyakorlata, az okszerű vízhasznosítás számára. A vizsgálatok során kapott relatív víz és relatív levegő értékekből állapítható meg a túlóntözés veszélye, valamint az, hogy a víz hatására a talajokban milyen életkörülmények alakulnak ki és ezek az idő függvényében hogyan változnak.

Érkezett : 1954. január 28.

Irodalom

1. Cserkaszov, A. A. : Talajjavítás-öntözés és mezőgazdasági vízellátás. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 1952.
2. Jáky, J. : Talajmechanika. Budapest, 1944. Egyetemi Nyomda.
3. Kégl, L. : A leggyakrabban alkalmazott talajfizikai állandók matematikai összefüggéseiről. I. Egyetemi Könyvkiadó. Budapest, 1949.
4. Kreybig, L. : Talajvizsgálatok szerepe a növénytermesztésben. Tiszántúli Mezőgazdasági Kamara. Debrecen 1940.
5. Kreybig, L. : Mezőgazdasági természeti adottságaink. Budapest, 1946.
6. Kreybig, L. : A talaj vízgazdálkodása a talaj és növényzet szempontjából. Agrometeorológia. Orsz. Meteorológiai Intézet. Budapest, 1948.
7. Kreybig, L. : A talajok hő- és vízgazdálkodása. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest, 1951.
8. Kreybig, L. : M. T. A. Műszaki Osztályának közleményei. 5. 1952.

9. *Mados, L.*: Általános talajtani alapismeretek. Budapest, 1941.
10. *Martin, K.*: Steigerung der Ernteerträge durch verbesserte Bodenbearbeitung. P. Parey. Berlin, 1928.
11. *Nitzsch, W.*: Porengrößen im Boden, ihre Beziehungen zur Bodenbildung und zum Wasserhaushalt. Berlin, 1938. Vrl. P. Parey.
12. *Szelényi, F.*: Öntözésügyi Kísérleti Szolgálat. Földművelésügyi Minisztérium kiadványa. 1948.
13. *Szelényi, F.*: A 10 éves öntözési terv talajtani feladatai. Talajvizsgálat. I. 1948.
14. *Szelényi, F., Nagypataki, B., Somorjai, F.*: Az Öntözésügyi Kísérleti Szakszolgálat 5 éves munkaterve és költségvetése. Földművelésügyi Minisztérium kiadványa, 1949.
15. *Vageler, P.*: Der Kationen- und Wasserhaushalt des Mineralbodens. J. Springer. Berlin, 1932.

МЕТОДИКА ЛАБОРАТОРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ УСЛОВИЙ ВОЗДУШНОГО И ВОДНОГО РЕЖИМА ПОЧВ

Ф. Селени

Кафедра Почвоведения-Химии Сельскохозяйственной Академии, Дебрецен.

Резюме

1. Из влажности, выраженной в %-ах от веса или объема почв, невозможно делать заключения о том, какие фактически создаются обстоятельства жизни под влиянием воды, поэтому автор определил относительное содержание воды и воздуха в почве. Эти величины всегда выражают соотношение воздуха и воды в почве, какой % объема скважин наполнен водой или воздухом.

2. Исследования показали, что задержанный вопреки силе тяжести в прочных скелетных частях почвы запас воды изменяется в функции времени. Запасы воды в почвах определяются факторами, определяющими условия поглощения воды почвами. Вертикальное передвижение воды и вследствие этого, запасы воды и воздуха в почвах определяются свойствами механического состава почвы (электростатические силовые условия, созданные на коллоидной предельной поверхности посредством механического состава, абсорпции базисов, структурными условиями, комковатостью, объемным весом, объемом скважин), равно как и количеством воды, проникшей в почву; при условии исходя из воздушносухой почвы, без потерь от испарения.

3. Вертикальное движение и изменяющийся в функции времени запас воды в воздушносухой почве математически определяется следующей закономерностью:

$$\log y = \log m - n \cdot \log x$$

4. Величины т. наз. «водоемкости», исчисленные или определенные методами, изложенными в специальной литературе, только в исключительных случаях сходятся с величинами, полученными при измерениях в месте. Поэтому для определения в полевых условиях воздушного и водного режимов почв ввели метод исследования промоканием почвы с помощью рамы.

5. По многолетнему опыту, этот метод исследования на практике оказался вполне пригодным для определения фактических условий воздушного и водного режимов почв, равно как для определения жизненных условий, создающихся в почве под действием воды.

6. Вследствие ограниченных возможностей проведения в месте, в полевых условиях исследований промоканием рамочным способом, стала необходимой разработка лабораторного метода исследования по биологическому влиянию воды, в отношении опасности чрезмерного орошения.

7. Внедренный кафедрой метод лабораторных исследований производится следующим образом: берут фракции меньше чем 0,5 мм воздушносухой верхней почвы. В стеклянных трубках диаметром 2 см, на приведенной до постоянного объемного веса почве, промокание исследуется количеством воды, соответствующей 50 и 100 мм осадков и через 3, 6, 12, 24 и 48 часов измеряется глубина промокания. На основании полученных данных исчисляется относительное содержание воздуха и воды в почве. Исследования проводятся в повторностях. В случае, если связность нижних слоев почвенного профиля велика, слои более глинистые, с плохой водопроницаемостью или преграждающие движение воды, то в них тоже производятся вышеописанные исследования для изучения препятствий, преграждающих вертикальное движение воды.

8. Разработанный метод лабораторных исследований дают помощь для практики орошаемого растениеводства, для рационального использования воды. Из полученных в исследованиях величин относительного содержания воздуха и воды в почве можно установить опасность переполивов, а также определить создание под влиянием воды жизненных условий в почвах и как они изменяются в функции времени.

Табл. 1.: Результаты полевых исследований 1941 г. (1) №№ пп. исследований. (2) Место взятия образца. (3) Дата взятия образца. (4) Растительность почвы. (5) Содержание воды, выраженное в % от веса сухих веществ в почве. (6) Сухой объемный вес почвы. (7) Содержание воды, выраженное в процентах от объемного веса почвы. (8) Объем пор. (9) Относительное содержание воды. (10) Относительное содержание воздуха. (11) Состояние почвы и развитие растения. (12) Невспаханная рисовая стернь. (13) Пастбище. (14) Кормовая свекла. (15) Кукуруза. (16) Подсолнечник. (17) Почва заиленная вследствие водостоя. (18) Растительность хорошо растет, почва связная. (20) Растительность слабо растет, почва заиленная. (21) Растительность погибла. Почва заиленная. (22) Растительность слабо растет. Почва комковатая. (23) Растительность слабо растет. Почва комковатая. (24) Растительность средне растет. Почва комковатая. (25) Растительность средне растет. Почва заиленная.

Рис. 1.: Подготовка к полевым исследованиям промоканием с помощью рамок.

Рис. 2.: Взятие образца разборным почвенным буром Селени.

Рис. 3.: Относительное содержание воздуха различных почв (RL%), измеренное при разном проходе сита (1—0,5 и 0,5 мм), по промоканию количеством воды, соответствующем осадкам в 25 мм, по истечении 3,6 12, 2" и 48 часов.

Рис. 4.: Относительное содержание воздуха, при двух размерах зерен (1—0,5 и 0,5 мм), в функции времени (3, 6, 12, 24 и 48 часов) и поданного в почву количества воды (25, 50 и 100 мм).

Рис. 5.: Величины запасов воды (VK%), измеренные в зависимости от времени, диаметров зерен и количества осадков, выраженные в % от объема почв. Место проведения исследований: Ласломайор.

Рис. 6.: Тоже, что и на рис. 6. Место проведения исследований: Барабаш.

Рис. 7.: Величины запасов воды, измеренные в зависимости от времени, диаметров зерен и количества осадков, выраженные в %-ах объема почв и изображенные в логарифмическом масштабе.

Рис. 8.: Относительное содержание воздуха в 3 почвах в функции размеров зерен, времени и поданного в почву количества воды.

Рис. 9.: Лабораторные исследования промокания почвы (1,2, 3 и 24 часа).

Ein Laboratoriumsverfahren zur Prüfung der Wasser- und Lufthaushaltsbedingungen von Böden

F. SZELÉNYI

Lehrstuhl für Bodenkunde und Chemie der Landbauhochschule Debrecen

Zusammenfassung

1. Es ist nicht möglich, aus dem prozentuellen Gesamtwassergehalt — gleichviel ob Gewichts- oder Volumperzente — Schlüsse dahingehend zu ziehen, wie sich die Lebensbedingungen im Boden, unter dem Einfluss des Wassers tatsächlich gestalten. Daher bestimmte der Verfasser statt dessen den relativen Wasser- und Luftgehalt der Böden. Diese Werte geben ziffernmässig an, wieviel %-e des Bodenhohlraumes von Wasser, bzw. Luft erfüllt, sind, d. h., wie sich das Verhältnis Wasser : Luft gestaltet.

2. Es konnte festgestellt werden, dass entgegen der Schwerkraft die im Bodengerüst zurück gehaltene Wassermenge eine Funktion der Zeit ist. Die Grösse dieses Wasservorrates ist von jenen Faktoren abhängig, welche die Permeabilität des Bodens bestimmen. Die vertikale Wasserbewegung und der hierauf zurückzuführende Wasser- und Luftvorrat wird durch die Bodentextur (Körnerzusammensetzung, sowie die durch die Basenadsorption an den kolloiden Grenzflächen erstehenden elektrostatischen Kraftfelder), die Bodenstruktur, das Krümelgefüge, das Volumengewicht, das Hohlraumvolumen, sowie durch die in den Boden dringende Wassermenge beeinflusst, falls man vom lufttrockenen Boden ausgeht und keine Verluste durch Verdunstung eintreten.

3. Die vertikale Wasserbewegung und der zeitlich sich verändernde Wasservorrat ergeben sich mathematisch aus folgender Gleichung:

$$\log y = \log m - n \cdot \log x$$

4. Die Werte des Wasserhaltungsvermögens (Wasserkapazität), bestimmt mittels der im Schrifttum angegebenen Verfahren, oder durch Berechnung, stimmen nur ausnahmsweise mit den an Ort und Stelle ermittelten Zahlen überein. Für die Untersuchung des Wasserhaushaltes von Böden im Freiland wurde daher die Rahmenbewässerungsmethode eingeführt.

5. Nach eigenen, mehrjährigen Erfahrungen ist diese Methode zum Studium der tatsächlichen Wasser- und Luftführungsverhältnisse, sowie der durch das Wasser erzeugten Lebensbedingungen im Boden vorzüglich geeignet.

6. Da jedoch das Anwendungsgebiet von Untersuchungen mit der Rahmenbewässerungsmethode im Freiland beschränkt ist, entstand die Notwendigkeit eines Laboratoriumsverfahrens, aus dessen Angaben Schlüsse auf die biologische Wirkung des Wassers und auf die Gefahren übermässiger Bewässerung gezogen werden können.

7. Die Methodik des Verfassers ist bei Untersuchungen dieser Art die folgende: Ausgangsmaterial ist die Siebfraction, unter 0,5 mm Körnergrösse, des lufttrockenen Krümenbodens. Der Boden wird in Glasröhren von 2 cm Durchmesser eingefüllt, auf gleichbleibendes Volumengewicht gebracht, und mit Wassermengen, entsprechend 50 bzw. 100 mm Niederschlag benetzt. Die Sickeriefe wird nach 3, 6, 12, 24 und 48 St. bestimmt, und der relative Wasser-, bzw. Luftgehalt des Bodens aus den Ablesungswerten durch Berechnung ermittelt. Die Bestimmungen werden parallel durchgeführt. Sind im unteren Teil des Bodenprofils verdichtete, stärker tonige Schichten mit schlechter Wasserführung, oder undurchlässig Schichten vorhanden, dann werden auch diese auf die obige Weise untersucht, um die Hindernisse der Wasserbewegung in den tieferen Bodenschichten zu erkennen.

8. Auf Grund bisheriger Erfahrung ist das obige Verfahren von grossem Nutzen für die Praxis der Bewässerungswirtschaft, und ermöglicht die rationelle Wasserverwertung. Aus den durch die Untersuchung ermittelten Kennzahlen des relativen Wasser- und Luftgehaltes ergeben sich die nötigen Massregeln zur Vermeidung übermässiger Bewässerung, sowie Schlüsse daraufhin, wie sich die Lebensbedingungen im Boden unter dem Einfluss des Wassers gestalten und sich im Laufe der Zeit verändern.

Tafel 1. Ergebnisse von Freilandversuchen in 1941. (1) Nr. der Untersuchung. (2) Ort der Probenahme. (3) Zeitpunkt der Probenahme. (4) Die Vegetation auf dem Versuchsboden. (5) Wassergehalt des Bodens, in %-en des Trockengewichtes. (6) Volumengewicht des trockenen Bodens. (7) Wassergehalt des Bodens in Volumprozenten. (8) Hohlraumvolumen. (9) Relativer Luftgehalt. (11) Bodenzustand und Pflanzenentwicklung (12) Reisstoppfeld, ohne Umbruch. (13) Weide. (14) Futterrüben. (15) Mais. (16) Sonnenblumen. (17) Durch stagnierendes Wasser verschlammter Boden. (18) Sehr gute Pflanzenentwicklung, der Boden ist verdichtet. (20) Schwache Pflanzenentwicklung. Der Boden ist verschlammmt. (21) Vegetation abgestorben. Der Boden ist verschlammmt. (22) Schwache Pflanzenentwicklung. Der Boden ist gekrümelt. (23) Schwache Pflanzenentwicklung. Der Boden ist gekrümelt. (25) Mittelmässige Pflanzenentwicklung. Der Boden ist verschlammmt.

Abb. 1. Vorbereitungen zum sogenannten Rahmenbewässerungsversuch im Freiland.

Abb. 2. Entnahme von Bodenproben mit dem zerlegbaren Bohrer nach Szelényi.

Abb. 3. Relativer Luftgehalt (RL %) von 2 Siebfractionen (1—0,5 und 0,5 mm) verschiedenen Böden, benetzt mit Wasser, entspr. 25 mm Niederschlag, nach 3, 6, 12, 24, und 48 St., an verschiedenen Böden.

Abb. 4. Relativer Luftgehalt von 4 Böden (Körnergrösse 1—0,5 und 0,5 mm) als Funktion der Zeit (3, 6, 12, 24, und 48 St.) und der zugesetzten Wassermenge (25, 50 und 100 mm Niederschlag entsprechend) dargestellt.

Abb. 5. Wasservorrat des Bodens in Volumprozent (VK %), dargestellt als Funktion der Zeit, des Körnerdurchmessers, und der Niederschlagsmenge. Versuchsort: Lászlómajor.

Abb. 6. Dasselbe wie in Abb. 5. Versuchsort: Barabás.

Abb. 7. Dasselbe wie in Abb. 5 und 6 im logarithmischen Massstabs.

Abb. 8. Relativer Luftgehalt von 3 Böden, als Funktion von 2 Korngrössen, der Zeit und der zugesetzten Wassermenge.

Abb. 9. Sickerversuche im Laboratorium nach 1, 3 und 24 St.